

Aplikasi *Light Dependent Resistor* Untuk Pengembangan Sistem Pengukuran Durasi Harian Penyinaran Matahari

Zulhendri Kamus¹⁾, Ridho Pratama²⁾

^{1,2)}Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang, Padang

Email: zul_unp@yahoo.com

Nomor Kontak : +6281320799507

Abstrak. Campbell Stokes merupakan alat ukur analog durasi harian penyinaran matahari yang masih banyak digunakan di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Ada beberapa kelemahan Campbell Stokes yaitu menggunakan kertas pias sebagai penentu durasi penyinaran matahari, resolusi pengukuran kurang baik karena kertas pias memendar ketika terbakar, dan intensitas cahaya tidak terukur. Sensor Light Dependent Resistor (LDR) yang memiliki karakteristik bahwa terjadi perubahan nilai tahanan akibat perubahan intensitas cahaya yang menyinari sensor dapat diaplikasikan untuk pengembangan alat ukur durasi harian penyinaran matahari yang lebih baik. Selain itu, teknologi mikrokontroler dan Liquid Crystal Display (LCD) dapat melahirkan alat ukur digital dengan menampilkan nilai intensitas cahaya dan waktu durasi penyinaran. Penelitian ini telah menghasilkan alat ukur durasi harian penyinaran matahari berdimensi 40 x 18 x 30 cm, memiliki tampilan nilai intensitas cahaya yang terukur dalam rentang 0 sampai 50.000 lux dan mampu mengukur waktu durasi penyinaran matahari selama 12 jam. Berdasarkan hasil kalibrasi dengan alat standar didapatkan bahwa waktu durasi penyinaran matahari akan dihitung ketika intensitas cahaya diatas 32.000 lux. Analisis terhadap data pengukuran intensitas cahaya menunjukkan bahwa nilai ketepatan dan ketelitian masing-masing sebesar 97.145% dan 0.965. Selanjutnya hasil pengujian alat untuk pengukuran durasi penyinaran matahari selama lima hari didapatkan ketepatan sebesar 93.64%.

Kata Kunci. *Light Dependent Resistor*, Sensor, Sistem Pengukuran, Durasi Penyinaran Matahari.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang terletak pada posisi strategis yaitu disekitar garis khatulistiwa. Salah satu potensi penting yang dimiliki Indonesia dari posisi strategis ini dibandingkan negara lain adalah matahari yang menyinari dalam waktu lebih kurang 12 jam. Keberadaan matahari ini memberikan keuntungan dalam berbagai sektor kehidupan masyarakat Indonesia seperti perkebunan, pertanian dan lain-lain.

Durasi penyinaran matahari merupakan salah satu parameter cuaca yang perlu diketahui untuk berbagai keperluan. Penyinaran matahari secara langsung akan

meningkatkan temperatur permukaan bumi dan berpengaruh terhadap parameter cuaca lain. Kenaikan temperatur permukaan bumi akan meningkatkan proses kembalinya air ke atmosfer dalam bentuk uap baik dari transpirasi tumbuhan maupun tanah yang basah yang disebut evapotranspirasi. Perubahan siklus air ini mempengaruhi konservasi embun dan pengaturan air yang diinginkan. Tingginya penguapan air juga dijadikan sebagai acuan untuk pengelolaan sektor pertanian agar dihasilkan produksi yang optimal. Aplikasi penting lainnya dari tingginya tingkat penguapan ini adalah kekurangan volume air dan pentingnya perencanaan irigasi. Banyaknya dampak dari perubahan siklus air ini memerlukan



perencanaan yang baik dalam pengembangan berbagai sektor kehidupan seperti pertanian, perikanan, peternakan dan sebagainya. Perencanaan yang tepat tentu membutuhkan data pengukuran durasi penyinaran matahari. Karena itu dibutuhkan alat ukur yang memiliki karakteristik yang baik.

Karakteristik alat ukur durasi penyinaran matahari yang baik diperlukan untuk menghasilkan data pengukuran yang teliti. *Campbell Stokes* adalah alat ukur yang masih banyak digunakan pada berbagai lembaga penelitian seperti BMKG saat ini. Alat ukur ini menggunakan prinsip lensa cembung yang memfokuskan sinar matahari pada sebuah kertas pias sebagai perekam durasi penyinaran. Ada beberapa kekurangan dari *Campbell Stokes* yaitu skala pengukuran dari pencatatan kertas pias dalam orde jam, bagian kertas pias yang terbakar akibat penyinaran matahari langsung memendar dan intensitas cahaya matahari belum terukur. Kelemahan-kelemahan ini akan mempengaruhi hasil pengukuran. Pengembangan alat ukur durasi penyinaran matahari menjadi penting untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan menjelaskan karakteristik statik hasil pembuatan alat ukur durasi penyinaran harian dan intensitas cahaya matahari menggunakan LDR sebagai sensor.

Light Dependent Resistor atau fotoresistor adalah sensor yang merespon intensitas cahaya dan mengubahnya menjadi tahanan. LDR sebagai sensor menggunakan bahan semikonduktor cadmium sulfide (CdS) dan cadmium selenide (CdSe) yang memiliki efek fotoresistif yakni terjadi perubahan nilai resistansinya ketika terdapat perubahan intensitas cahaya. Nilai tahanan LDR akan menurun dengan peningkatan intensitas cahaya yang mengenainya atau nilai resistansi berbanding terbalik dengan intensitas cahaya. Karena itu, LDR cukup baik dijadikan sebagai komponen sensor

untuk pengembangan sistem pengukuran durasi dan intensitas penyinaran matahari.

Waktu cerah sinar matahari yang sampai ke permukaan bumi dalam satu hari dan membakar kertas pias *campbell stokes* didefinisikan sebagai durasi penyinaran matahari. Durasi total dari sinar cerah matahari sepanjang satu hari diperoleh melalui pengukuran panjang total dari bekas yang terjadi pada pias yang terbakar. Waktu penyinaran matahari sangat dipengaruhi oleh awan, aerosol atau kabut sebagai penghalang sehingga ini durasi total tidak penuh satu hari.

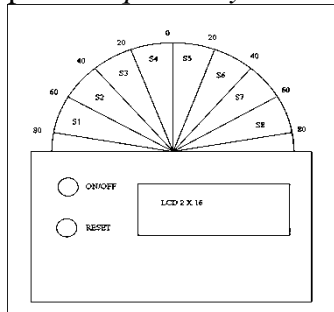
Pemanfaatan LDR sebagai sensor dan konsep dasar dari durasi penyinaran matahari akan mampu menghasilkan sistem pengukuran dengan karakteristik yang baik. Sistem pengukuran merupakan gabungan beberapa komponen elektronika dalam bentuk rangkaian listrik untuk melakukan fungsi membandingkan suatu besaran dengan nilai dan satuan standar. Hasil pengembangan dan pembuatan sebuah sistem pengukuran diuji untuk melihat karakteristik statik dan dinamik. Pada penelitian ini dilakukan pengujian untuk melihat karakteristik statik yaitu ketelitian dan ketepatan.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian rekayasa yaitu menerapkan ilmu pengetahuan untuk merancang suatu produk dan mengujinya untuk menghasilkan karakteristik yang diharapkan. Berdasarkan kajian teoritis dirancang sistem pengukuran durasi penyinaran matahari harian dengan LDR sebagai sensor. Nilai tahanan LDR yang dihasilkan sebagai fungsi dari intensitas cahaya matahari dikonversi menjadi tegangan melalui rangkaian pembagi tegangan. Selanjutnya, tegangan keluaran dari rangkaian pengolah sinyal dalam bentuk analog dikonversi menjadi sinyal digital dan diolah untuk ditampilkan



pada *Liquid Crystal Display* atau LCD



Gambar 1. Konfigurasi sensor dan desain sistem

menggunakan mikrokontroler ATMEGA8535.

Jumlah LDR yang digunakan untuk mengindera sinar matahari sebanyak delapan buah dengan konfigurasi seperti ditampilkan pada Gambar 1. Sensor LDR dipasang dalam bentuk setengah lingkaran. Jarak antara sensor satu dengan yang lain dibuat sama yakni sebesar 20°.

Sistem pengukuran durasi harian penyinaran matahari dihasilkan dengan tahapan yaitu membangun rangkaian dan sistem, membuat program mikrokontroler untuk melakukan proses konversi menggunakan ADC yang telah terintegrasi dan mengolahnya untuk menghasilkan nilai pengukuran untuk ditampilkan pada LCD, melakukan kalibrasi, menguji dan analisis data.

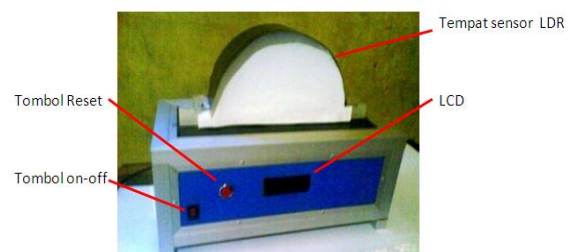
Teknis analisis data yang digunakan adalah secara grafik dan secara statistik. Grafik akan memvisualkan untuk menggambarkan hubungan dua variabel yang diperoleh dari pengukuran atau perhitungan. Analisis data hasil pengukuran dilakukan secara statistik untuk mengetahui besar ketepatan dan ketelitian sistem pengukuran. Ketepatan (*accuracy*) adalah tingkat kesesuaian atau dekatnya suatu hasil pengukuran terhadap harga sebenarnya. Ketepatan dari sistem dapat ditentukan dari persentase kesalahan antara nilai aktual dengan nilai yang terlihat. Sementara itu, ketelitian menggambarkan konsistensi hasil pengukuran yang dilakukan sistem secara berulang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

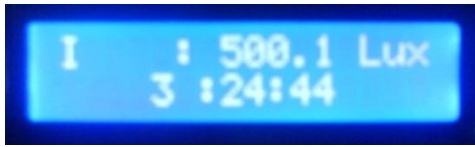
Berdasarkan hasil rancangan, pembuatan, pengujian dan analisis data hasil pengukuran dapat dikemukakan lima hasil penelitian yaitu deskripsi bagian atau komponen penyusun sistem pengukuran durasi penyinaran harian dan intensitas matahari, pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap tegangan keluaran sistem, nilai ketepatan dari pengukuran intensitas cahaya matahari oleh sistem, ketelitian sistem untuk pengukuran intensitas cahaya matahari dan ketepatan sistem untuk pengukuran durasi penyinaran harian matahari.

Ada dua bagian dari sistem pengukuran durasi penyinaran harian dan intensitas matahari yaitu: Bagian atas sebagai tempat sensor berbentuk setengah lingkaran yang memiliki jari-jari 10 cm. Sensor ditutupi dengan kaca film 60% untuk mengurangi intensitas cahaya matahari langsung yang cukup kuat dan panas, melindungi dan menghasilkan keluaran sensor yang lebih baik, dan; Bagian bawah berupa kotak berukuran 40x18x30 cm sebagai tempat rangkaian elektronika dari sistem. Gambar 2 memperlihatkan bentuk fisik dari sistem pengukuran durasi penyinaran harian dan intensitas matahari.

Bagian bawah dari sistem yang diperlihatkan Gambar 2 terdiri dari sebuah tombol power on/off, tombol reset dan tampilan hasil pengukuran dengan LCD. Hasil tampilan LCD seperti diperlihatkan oleh Gambar 3 terdiri dari dua yaitu nilai



Gambar 2. Bentuk fisik dari sistem pengukuran durasi penyinaran harian dan intensitas matahari.

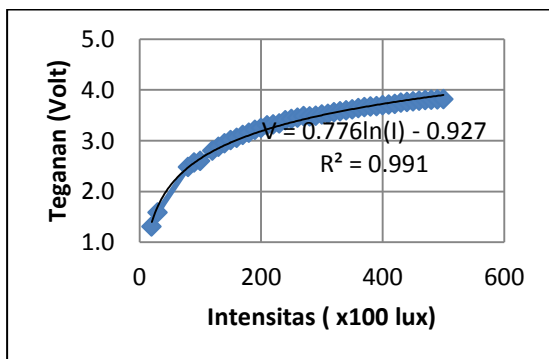


Gambar 3. Tampilan hasil pengukuran intensitas dan durasi total penyinaran harian matahari.

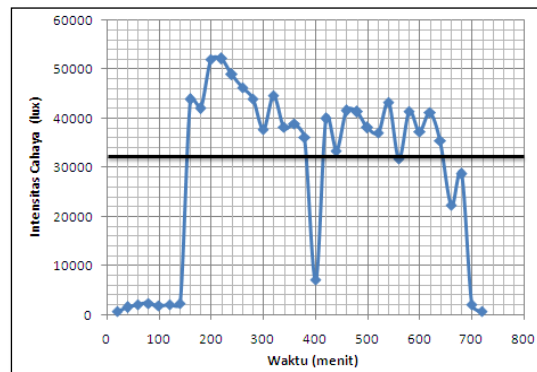
intensitas dalam satuan Lux dan durasi total penyinaran harian matahari dalam satuan jam, menit dan detik.

Hasil kedua yang dapat dijelaskan dari hasil pengujian adalah pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap tegangan keluaran sistem seperti terlihat pada Gambar 4. Variasi intensitas cahaya matahari yang terukur oleh lightmeter dilakukan hingga 50.000 lux karena batas ukur maksimum alat standar. Pada persamaan yang ditampilkan Gambar 4, nilai 0.776 menunjukkan hubungan logaritmik antara intensitas cahaya dengan tegangan keluaran. Sedangkan nilai 0.927 menggambarkan nilai tegangan keluaran yang dihasilkan saat intensitas cahaya nol. Koefisien korelasi hubungan antara intensitas cahaya dengan tegangan keluaran diperoleh sebesar 0.991 artinya hasil pengukuran tidak menyimpang jauh dibandingkan pendekatan persamaan dari grafik.

Hasil penelitian kedua adalah pengukuran variasi intensitas cahaya matahari selama satu hari. Hasil analisis diperlihatkan oleh grafik pada Gambar 5 dimana intensitas cahaya matahari mulai



Gambar 4. Grafik hubungan antara intensitas cahaya matahari dengan tegangan keluaran dari sistem.



Gambar 5. Variasi intensitas cahaya matahari selama satu hari pada tanggal 11 Februari 2013.

naik secara tajam pada menit 140 yakni hingga 52.196 lux, selanjutnya terjadi fluktuasi hingga menit 700 karena pengaruh awan. Durasi total penyinaran matahari pada hari ini adalah selama 440 menit.

Hasil keempat dari penelitian yang dilakukan adalah ketepatan dan persentase kesalahan pengukuran intensitas cahaya matahari oleh sistem. Ketepatan ditentukan dengan cara membandingkan data hasil pengukuran sistem dengan alat ukur standar. Berdasarkan analisis statistik diperoleh nilai ketepatan dari pengukuran intensitas cahaya matahari antara 87.67% hingga 100% dan nilai ketepatan rata-rata 97.145%. Sedangkan persentase kesalahan dari hasil pengukuran intensitas cahaya matahari oleh sistem berkisar antara 0% hingga 12.33% dan nilai rata-rata sebesar 2.855%.

Hasil selanjutnya adalah ketelitian dari sistem dalam melakukan pengukuran intensitas cahaya matahari secara berulang. Dari hasil pengukuran yang dilakukan sebanyak 10 kali didapatkan besar ketelitian dari sistem berkisar dari 0,906 sampai 0,999 dengan nilai ketelitian rata-rata sebesar 0.965 dan standar deviasi 712.3 lux.

Hasil penelitian terakhir adalah ketepatan pengukuran durasi penyinaran harian matahari. Pengukuran dilakukan BMKG wilayah Bandara Internasional Minangkabau dari tanggal 7 sampai 11 Desember 2012. Hasil pengukuran oleh sistem dibandingkan dengan alat standar



Campbell Stokes sehingga didapatkan nilai ketepatan berkisar dari 90,17% hingga 95,71% dengan nilai ketepatan rata-rata sebesar 93,64%. Sedangkan nilai kesalahan pengukuran yang dilakukan berkisar antara 4,29% sampai 9,83% dan nilai kesalahan rata-rata 6,36%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat dikemukakan bahwa telah dihasilkan sebuah sistem pengukuran intensitas dan durasi penyinaran harian matahari menggunakan sensor LDR. Instrumen yang dihasilkan mampu mengukur intensitas cahaya matahari dari 0 lux hingga 50.000 lux dan durasi penyinaran harian matahari dalam satuan jam, menit, dan detik ketika intensitas cahaya matahari diatas 32.000 lux.

KESIMPULAN

Sistem pengukuran durasi penyinaran matahari yang dihasilkan dari penelitian ini masih memiliki beberapa kekurangan yaitu sensor sejumlah 8 buah belum mampu menyesuaikan posisinya dengan gerak semu tahunan matahari, sistem belum dapat diaktifkan secara otomatis sehingga masih perlu operator untuk mengaktifkan alat setiap hari dan data harian dari hasil pengukuran belum tersimpan dalam memori untuk data bulanan atau tahunan.

Pengembangan dari sistem pengukuran durasi penyinaran harian matahari masih perlu dilakukan. Ada beberapa peluang dari pengembangan sistem yaitu jumlah dan posisi sensor untuk mengakomodasi gerak semu tahunan matahari, otomatisasi alat dalam melakukan pengukuran dan penggunaan memori untuk penyimpanan data harian, bulana atau tahunan

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada staf dan pimpinan Jurusan Fisika dan Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi FMIPA Universitas Negeri Padang yang telah mendukung dan memfasilitasi terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Rey C. Naval. (2012). Potential Evapotranspiration Prediction from Other Climatic Variables. International Conference on Environmental, Biomedical and Biotechnology IPCBEE vol.41 (2012) p. 196 – 199. Singapore.
- Hagan, R.M. and Y. Vaadia. (1961). Principles of Irrigated Cropping in Plant-Water Relationships in Arid and Semi-Arid Conditions. UNESCO.
- Schwab, G.O., D.D. Fangmeier, W.J. Elliot and R.K. Fervert. (1993). Soil and Water Conservation Engineering, 4th Edition. John Wiley and Sons, Inc. New York. p.57.
- Stern, P. (1994). Small Scale Irrigation. Intermediate Technology Publication Ltd., Southampton Row, London. p.69.
- Ripka, Pavel.(2007). Modern Sensor Handbook. Newport beach: ISTE,ltd.
- Fraden, Jacob. (1996). The Hand Book of Modern Sensor. California: Thermoscan,Inc.
- Susilo Prawirowardoyo. (1996). Meteorologi. ITB: Bandung.
- Gunawan Nawawi. (2001). Pengantar Klimatologi Pertanian. Jakarta: Departemen Pendidikan nasional.